

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
ROBSON PELISSARI DRUN

**POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE SOLUTOS ENTRE PERFILHOS DE
PLANTAS DE TRIGO**

Curitibanos
2018

ROBSON PELISSARI DRUN

**POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE SOLUTOS ENTRE PERFILHOS DE
PLANTAS DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, do campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

Curitibanos
2018

Pelissari Drun, Robson

POTENCIAL DE TRASLOCAÇÃO DE SOLUTOS ENTRE PERFILHOS
DE PLANTAS DE TRIGO / Robson Pelissari Drun; orientador,
Samuel Luiz Fioreze, 2018.

38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2018.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Triticum aestivum. 3. Perfilhamento.
4. Partição. I. Fioreze, Samuel Luiz. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III.
Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Ulysses Gaboardi km3

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC

TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cts@contato.ufsc.br.

ROBSON PELISSARI DRUN

Potencial de Translocação de solutos entre perfilhos de plantas de trigo

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 13 de novembro de 2018.

Prof. Dra. Elis Borcioni

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Naiara Guerra

Membro da banca examinadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ivan Sestari

Membro da banca examinadora

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por todas as graças e oportunidades que tem me proporcionado.

Aos meus pais, Nilson Rocha Drun e Alessandra Pelissari Drun, por sempre estarem ao meu lado nos momentos de dificuldade durante a graduação. Obrigado pela paciência e apoio de sempre. Eu amo muito vocês meus heróis!

À toda minha família, que desde o início da graduação, não mediram esforços para que esta etapa fosse concluída. Em especial aos meus avós Antônio Pelissari, Paula Marli Pelissari, Dorvalindo Drun e Maria Rocha Drun, meu muito obrigado.

Ao meu orientador Samuel Luiz Fioreze por acreditar em mim e me orientar desde 2015. Agradeço por todos os ensinamentos passados, a exigência na realização dos trabalhos, paciência, dedicação para que este trabalho pudesse ser concretizado e também por contribuir em, grande parcela, em minha formação. Sem dúvidas levarei sempre seus conhecimentos comigo.

À minha namorada, Varsi Ramirez, por sempre estar ao meu lado me apoiando, incentivando e fazendo com que eu seja uma pessoa cada vez melhor. Obrigado por fazer que meus dias sejam cada vez melhores. Amo você!

Às minhas amigas Viviane de Fátima Milcheski e Sindi Elen Senff que estiveram comigo durante toda a graduação e em todos os momentos. Agradeço pelas conversas, apoio e todo o carinho recebido. Sou grato pela amizade que vocês me proporcionaram. Vocês sempre estarão em meu coração.

À todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Santa Catarina pelos ensinamentos repassados, nas mais diversas áreas e também por todo o suporte, estruturas e materiais cedidos para a execução dos experimentos.

E aos colegas do grupo de pesquisa em Fisiologia de Plantas Cultivadas, Luiz Henrique Michelin, Thais Lemos Turek, Jonatan Vicari, que me receberam da melhor forma possível no grupo; e aos mais novos Julio Cesar Dallorsoleta, Ana Flávia Wuaden, Volni Mazzuco, James Cruz e Lucas Greschuk, agradeço a todos pelo auxílio na condução dos experimentos e aos momentos de diversão proporcionados.

Muito obrigado a todos vocês!

RESUMO

Em plantas de trigo, uma das características marcantes é a capacidade de perfilhamento, porém o conhecimento sobre a dinâmica de translocação de fotoassimilados entre os perfilhos é escasso. Esse trabalho teve por objetivo estudar o potencial de translocação de fotoassimilados entre perfilhos de plantas de trigo. Foram conduzidos dois experimentos, no período entre 2016 e 2018. Os dois experimentos foram conduzidos em cultivo protegido, na área didática da Universidade Federal de Santa Catarina, no Centro de Ciências Rurais – Campus de Curitibanos. Para os dois experimentos utilizou-se as cultivares de trigo BRS Guamirim e BRS Parrudo. O primeiro experimento, para verificar o potencial de translocação de solutos de perfilhos primários para secundários, foi composto pela aplicação do herbicida Clethodim nos colmos primários da cultura: (i) testemunha, sem aplicação, aplicação no (ii) colmo principal, (iii) perfilho A₁ e (iv) perfilho A₂ no estágio 10.5 da escala de Feeks. Após o ciclo da cultura avaliou-se: número de espiguetas por espiga, comprimento da ráquis, número de grãos por espiga e a massa de grãos. O segundo experimento, teve o objetivo de verificar o potencial de translocação de solutos de perfilhos secundários para primários, sendo composto pela aplicação do herbicida Glyphosate nos colmos tardios da cultura: (i) testemunha, sem aplicação; aplicação em (ii) todos os perfilhos tardios no estágio 6 da escala de Feeks (iii) todos os perfilhos tardios e; (iv) nos dois últimos perfilhos emitidos, no estágio 10.5 da escala de Feeks; Após a aplicação do herbicida foram realizadas avaliações de trocas gasosas das plantas, até os valores de assimilação líquida de carbono (*A*) se aproximarem de zero. No primeiro experimento não houve translocação de Clethodim de perfilhos primários para secundários, em ambas as cultivares. Já no segundo experimento, ocorreu a translocação de Glyphosate de perfilhos secundários para perfilhos primários em ambas as cultivares no tratamento (iii), entretanto a translocação no tratamento (iv) se deu apenas para cultivar BRS Parrudo. Os resultados demonstraram que o destino de translocação de solutos é influenciado diretamente pela força de dreno de colmos precoces. Através da metodologia adotada pode-se considerar que há presença de fotoassimilados de perfilhos secundários para perfilhos primários, em situações de perfilhamento uniforme.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*. Partição. Clethodim. Glyphosate. Perfilhamento.

ABSTRACT

In wheat, one of the most striking features is the tillering capacity, but the knowledge about the dynamics of photoassimilates translocation among tillers is scarce. The objective of this work was to study the potential of translocation of photoassimilates between tillers of wheat plants. Two experiments were conducted between 2016 and 2018. The two experiments were conducted in protected culture, in the didactic area of the Federal University of Santa Catarina, at the Center of Rural Sciences - Curitibanos Campus. For the two experiments, wheat cultivars BRS Guamirim and BRS Parrudo were used. The first experiment, to verify the translocation potential of solutes from primary to secondary tiller, was composed by the application of the herbicide Clethodim in the primary stems of the crop: (i) control, without application, application in (ii) main stem, (iii) T1 tiller and (iv) T2 tiller at the 10.5 Feeks scale. After the crop cycle, the number of spikelets per spike, length of rachis, number of grains per spike and grain mass were evaluated. The second experiment had the objective of verifying the potential of translocation of solutes from secondary tiller to primary, being composed by the application of the herbicide Glyphosate in the late shoots of the crop: (i) control, without application; application in (ii) all late tiller at stage 6 of the Feeks scale (iii) all late tiller and; (iv) on the last two tillers issued, in the 10.5 scale of the Feeks scale; After application of the herbicide, plant gas exchange evaluations were carried out until the net carbon assimilation values (A) were close to zero. In the first experiment, there was no Clethodim translocation from primary tiller to secondary tiller in both cultivars. In the second experiment, the Glyphosate translocation of secondary tillers to primary tillers in both cultivars in the treatment (iii) occurred, however the translocation in the treatment (iv) occurred only to cultivate BRS Parrudo. The results demonstrated that the fate of solutes translocation is directly influenced by the drainage force of early shoots. Through the adopted methodology it can be considered that there is presence of photoassimilates of secondary tillers for primary tillers, in situations of uniform tillering.

Keywords: *Triticum aestivum*. Partition. Clethodim. Glyphosate. Tillering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estádios fenológicos da escala de Feeks e Large (LARGE, 1954).	20
Figura 2. Comprimento da ráquis, número de espiguetas férteis por espiga, grãos por espiga e massa de grãos por espiga de perfilhos de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.....	25
Figura 3. Número de perfilhos por planta de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.....	26
Figura 4: Comprimento da ráquis, espiguetas férteis por espiga, grãos por espiga e massa de grãos por espiga de perfilhos de plantas de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.	27
Figura 5. Assimilação líquida de carbono ($\text{CO}_2\text{m}^2\text{ s}^{-1}$) (A) de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim (a) e BRS Parrudo (b) no estágio de 6 da escala de Feeks e Large (1954), em função da aplicação de Glyphosate. Curitiba (SC) 2018.....	29
Figura 6. Assimilação líquida de carbono ($\text{CO}_2\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$) (A) de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim (a) e BRS Parrudo (b) no estágio de 10 da escala de Feeks e Large (1954), em função da aplicação de Glyphosate. Curitiba (SC) 2018.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância ANAVA (Valores de probabilidade do teste F) de espiguetas férteis por espiga e grãos por espiga, comprimento de ráquis e massa de grãos por espiga de perfilhos de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitibanos (SC), 2016.....	24
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 A CULTURA DO TRIGO	13
2.2 DINÂMICA DE PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO	15
2.3 RELAÇÕES FONTE-DRENO E REMOBILIZAÇÃO DE ASSIMILADOS NA CULTURA DO TRIGO	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE CLETHODIM DE PERFILHOS PRIMÁRIOS PARA SECUNDÁRIOS	19
3.2 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE GLYPHOSATE DE PERFILHOS TARDIOS PARA PRIMÁRIOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE CLETHODIM DE PERFILHOS PRIMÁRIOS PARA SECUNDÁRIOS	23
4.2 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE GLYPHOSATE DE PERFILHOS TARDIOS PARA PRIMÁRIOS	27
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum*) apresenta um grande destaque em nível mundial, por ser destinada a alimentação humana. Entre 2015 e 2016 o Brasil apresentou um consumo médio de 10,3 milhões de toneladas, com uma produção de 6,7 milhões de toneladas, sendo um grande importador de trigo (CONAB, 2017).

Em cereais de inverno, uma das características predominantes é a capacidade de perfilhamento. Perfilhos, ou afillhos, são estruturais laterais emitidas de forma paralela a haste principal, sendo oriunda de meristemas axilares (CASTRO; KLUGE, 1999). Esta estrutura tem como principal função compensar, produtivamente, falhas na emergência de plantas (VALÉRIO et al., 2008; ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001), porém se tem observado que o perfilhamento muitas vezes não repercute em maiores produtividades de grãos para a cultura, devido à emissão desuniforme de perfilhos, ocasionando uma competição intraespecífica na planta, por água, luz e nutrientes (SANTOS; MUNDSTOCK, 2002).

Um dos principais fatores que contribuem para a produtividade é o enchimento de grãos e para isso se faz necessário o armazenamento de fotoassimilados até a fase de antese. Após esta, fase os produtos da fotossíntese são remobilizados para a espiga (RODRIGUES, 2000; FIOREZE, 2011). Porém não se tem conhecimento sobre a real dinâmica entre perfilhos de trigo quanto sua participação na produção de grãos. Alves, Mundstock e Medeiros (2000) encontraram a existência de conexão vascular entre perfilhos não emergidos e colmo principal, através do xilema. Contudo, informações que relatem a presença ou não de conexão vascular e remobilização de fotoassimilados através do floema entre perfilhos e colmo principal ainda são escassos. Michelon (2017) concluiu em seu estudo que a remobilização de fotoassimilados de perfilhos tardios para principais parece não acontecer, mesmo em condições de estresse hídrico em plantas de trigo.

Os fotoassimilados são translocados via floema e para que a translocação dos produtos da fotossíntese ocorra entre estruturas de uma mesma planta é necessário haver conexão vascular entre estas (TAIZ et al., 2017). Existem alternativas para que isso seja observado, uma delas é o uso de substâncias que também são translocadas via floema, exemplo disso são os herbicidas sistêmicos. Clethodim e glyphosate apresentam uma grande mobilidade via floema e são translocados juntamente com os fotoassimilados, seguindo o fluxo de movimento fonte-dreno (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTINI;

INOUE, 2011).

Um dos maiores problemas encontrados no cultivo de trigo é a produção de afilhos tardios, desuniformes e inférteis, podendo ocasionar uma competição por água, luz e nutrientes com o colmo principal. Além disso, sabe-se que a presença de perfilhos atrapalha a fertilidade de espigas (GUO; SCHNURBUSCH, 2015), reforçando a ideia de competição intraespecífica, indicando que estes perfilhos tardios podem ser considerados como drenos. Estes perfilhos emitidos tardiamente na maioria das vezes se tornaram improdutivos ou serão abortados devido à alta competição existente. Contudo, não está claro qual o destino dos fotoassimilados produzidos por estes perfilhos, visto que se estes fotoassimilados não são remobilizados para perfilhos produtivos, a emissão dos perfilhos tardios torna-se desinteressante para a cultura do trigo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar o potencial de translocação de solutos entre perfilhos de plantas de trigo.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar a existência de translocação de solutos de perfilhos primários para perfilhos tardios;

Verificar a existência de translocação de solutos de perfilhos tardios para perfilhos primários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O cultivo de trigo teve seu início no Oriente Médio. Além disso, faz parte das primeiras espécies domesticadas pelo homem, sendo uma cultura considerada de estação fria (FAO, 2017). O trigo é uma planta pertencente à família poaceae, gênero *Triticum*, sendo a espécie *Triticum aestivum* considerada uma das espécies vegetais de maior importância para alimentação humana, devido as suas proteínas de reserva que permitem a obtenção de vários produtos por meio do processo de panificação (VALÉRIO, 2008). Além disso, este cereal é fonte de carboidratos, proteínas, gordura, cálcio, ferro e ácido fólico, sendo esses importantes para o fornecimento de energia diário ao ser humano, levando a ser mundialmente consumido (JOSHI et al., 2007). O consumo per capita de trigo no mundo é 65 kg, segundo a FAO para o ano de 2013 (FAO, 2017).

O uso de trigo não se concentra somente na alimentação humana, sendo muito utilizado na alimentação animal, em formulações de rações, pastejo, silagem, pré secado. Em 2001, sua utilização se concentrava praticamente com o uso de farelo de trigo, com o objetivo de fornecer proteína e energia para os animais (ZAMBOM et al., 2001). Por outro lado, atualmente, a cultura também apresenta potencial para a produção de silagem de planta inteira, apresentando níveis nutricionais equivalentes a silagem de milho (ROSÁRIO et al., 2012).

A espécie *Triticum aestivum* é originária do cruzamento natural entre *T. monoccocum* (AA) e *T. searssi* (BB), gerando a espécie *T. turgidum* (AABB), este híbrido fértil F1 sofreu uma nova hibridação com *T. tauschii* (DD), vindo a formar a espécie comercial hexaploide atual com 42 cromossomos (LOPEZ et al., 2012). A ploidia existente na espécie permite a produção da mesma em distintos locais edafoclimáticos de cultivo, apresentando características para cultivo em sequeiro, irrigado (DA SILVA, 2011), solos encharcados (BRANCO, 2008) e em locais de maior ou menor temperatura (ROSA, 2017).

De acordo com a FAO (2017), o trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com uma produção aproximada de 735 milhões de toneladas na safra 2015/2016, com um consumo de aproximadamente 712 milhões de toneladas, ficando atrás do milho que nesta mesma safra atingiu uma produção de aproximadamente 970 milhões de toneladas, e a frente do cultivo de arroz, que totalizou uma produção mundial de

aproximadamente 471 milhões de toneladas. A China é o maior produtor mundial de trigo, seguido de Índia e Rússia, com 130, 86, e 61 milhões de toneladas respectivamente (USDA, 2017).

No Brasil, a safra de trigo 2015/2016, atingiu uma produção de 6,7 milhões de toneladas, apresentando um consumo nacional de 10,3 milhões de toneladas (CONAB, 2017), apresentando um déficit de 3,6 milhões de toneladas, fazendo com que o Brasil seja um dos grandes importadores mundiais de trigo.

A maior produção de trigo no Brasil está localizada no sul do país (RS, SC e PR), porém, o país possui áreas próprias para expansão da produção, como no centro-oeste e sudeste do país (GO, DF, MG, MT, BA, MS e SP) (EMBRAPA TRIGO, 2016). A região sul do país é responsável por 89% da produção nacional de trigo e a região sudeste e centro-oeste produz 9% e 2% respectivamente. Porém, deve-se analisar que a região sul apresenta uma maior produção devido a maior quantidade de produtores, apresentando um rendimento médio de 2 ton ha⁻¹, onde nas demais regiões produtoras a média de produtividade é mais elevada, mostrando assim uma maior eficiência produtiva (JESUS JUNIOR et al.; SIDONIO; MORAES, 2011).

Mesmo apresentando baixas produtividades, o sul do país sempre foi historicamente conhecido como a região com a maior produção de trigo nacional, porém devido a alguns fatores como: ausência de políticas públicas à produção de trigo, vantagens econômicas de outras culturas, preços de importação inferiores ao trigo nacional para a indústria, altos impostos ao produto nacional, falta de articulação na cadeia tritícola e principalmente a qualidade reduzida devido das adversidades climáticas, levaram alguns produtores a deixar de produzir trigo nesta região (DOS ANJOS, 2017).

Em busca de uma melhor qualidade do trigo nacional para atender a demanda nacional, a expansão de fronteiras tritícolas para regiões de cerrado já é uma realidade (VACARI, 2016). Entretanto, as altas temperaturas do cerrado por ser um dos fatores limitantes para o cultivo de trigo, afetando o desenvolvimento radicular, número de perfilhos produtivos, diferenciação de espiguetas e flores, redução do ciclo e produção de grãos mais leves (PIMENTEL et al., 2015; RIBEIRO et al., 2012). Devido a isso, programas de melhoramento estão sendo trabalhados com o intuito de desenvolver cultivares com resistência a altas temperaturas e mais tolerantes ao calor e a seca em cultivo de sequeiro (ALBRECHT; RIBEIRO; SILVA, 2007).

2.2 DINÂMICA DE PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO

Uma característica marcante na cultura do trigo é a capacidade para emissão de perfilhos. Perfilhos, ou afillhos, são ramos laterais desenvolvidos de gemas axilares basais, que são idênticas ao colmo principal, com capacidade de desenvolver-se e produzir, sendo que todas as gemas possuem capacidade para formar perfilhos, porém a dominância apical os mantém em dormência (MAGALHÃES; DURÃES; RODRIGUES, 2003; CASTRO; KLUNGE, 1999).

Além da produção de gemas axilares basais, formando perfilhos primários, cada perfilho gerado possui a capacidade de formar uma nova estrutura, sendo denominados perfilhos secundários e terciários (CASTRO; KLUNGE, 1999). Os perfilhos primários são gerados de maneira sucessiva do nó do coleóptilo até os primeiros nós do colmo principal. É possível ver a iniciação de afillhos denominados A_0 - perfilho originado de nó do coleóptilo e A_1 - perfilho originado do nó da primeira folha do colmo principal - no trabalho realizado por Alves; Mundstock e Medeiros (2005).

Um dos fatores de maior importância para a expressão do perfilhamento é o potencial genético. Em algumas espécies, como o trigo, a expressão do perfilhamento também está atrelada a fatores nutricionais, como a disponibilidade de nitrogênio e fatores climáticos, como baixas temperaturas, permitindo a exploração desta característica em regiões mais frias (VALÉRIO et al., 2009). Outro fator fundamental para a emissão de afillhos é a qualidade de luz, sendo que a relação entre a luz vermelha e vermelho extremo ($V:Ve$) irá afetar a dominância apical das plantas, resultando em um maior perfilhamento quando o dossel inferior das plantas receber uma maior quantidade de luz vermelha (ALVES, 1998). A qualidade da luz também tem impacto sobre a sobrevivência de perfilhos, por possibilitar uma maior capacidade fotossintética a estas estruturas, tornando-os férteis. Caso ocorra uma menor capacidade fotossintética, devido a menor qualidade de luz, isto levará a morte do perfilho e consequentemente perda de carbono e gasto de energia para a produção do mesmo (TEIXEIRA, 2003; RYLE e POWELL, 1974).

O perfilhamento possui a capacidade de preencher espaços vazios, provocados no momento da semeadura, porém essa característica, muitas vezes, não indica um efeito compensatório para a produção de grãos, devido a produção de perfilhos inférteis, ou até mesmo pela produção irregular de perfilhos, gerando uma competição de fotoassimilados devido a diferentes estádios de desenvolvimento dos afillhos (MARTIN, 1987;

ZAGONEL et al., 2002). Essa competição por fotoassimilados afeta negativamente a diferenciação e formação de espiguetas, gerando uma espiga com uma menor quantidade de espiguetas viáveis (GUO e SCHNURBUSCH, 2015) e consequentemente uma espiga menor. Por outro lado, um maior número de espigas por área pode ser alcançado em maiores densidades de semeadura (FIOREZE; RODRIGUES, 2014), sem a necessidade de perfilhamento da cultura.

2.3 RELAÇÕES FONTE-DRENO E REMOBILIZAÇÃO DE ASSIMILADOS NA CULTURA DO TRIGO

No floema, os produtos gerados pela fotossíntese são translocados do seu local de síntese, denominado fonte, para um local de metabolismo ou de reserva, denominado dreno. As fontes referem-se aos órgãos fotossintéticos da planta, capazes de produzir fotoassimilados além da sua demanda energética, como por exemplo folhas maduras. Já os drenos são caracterizados por órgãos não fotossintéticos e que não produzem fotoassimilados suficientes para a sua demanda de crescimento ou reserva, havendo a necessidade de importação de carboidratos, como por exemplo raízes, tubérculos, frutos em desenvolvimento e folhas imaturas (TAIZ et al., 2017).

Algumas estruturas vegetais possuem a capacidade de realizar uma modificação em sua relação fonte e dreno, exportando carboidratos de reserva para os locais da planta com maior necessidade de fotoassimilados. Esses órgãos são denominados drenos transitórios, sendo um processo constantemente modificado de acordo com o desenvolvimento da cultura (TAIZ et al., 2017; PIMENTEL, 1998). Em mandioca, os drenos transitórios são formados pelas raízes de armazenamento, onde após o período de inverno da cultura as reservas de amido das raízes são destinadas para a emissão de uma nova parte área (ALVES, 2006). Na cultura da beterraba selvagem bianual (*Beta marítima*), também há o acúmulo de reserva nas raízes no primeiro ano e no segundo ano de cultivo essas reservas são destinadas para a emissão de novas folhas (TAIZ et al., 2017). Uma das principais fontes de assimilados para o crescimento de grãos na cultura do trigo é proveniente da remobilização dos fotoassimilados armazenados em outros órgãos da planta, principalmente nos colmos (SIMMONS, 1987).

O acúmulo de fotoassimilados, até a fase de pré antese, nos colmos é de suma importância para o enchimento de grãos em trigo, pois é a partir dessa fase que se inicia

as maiores taxas de senescência foliar, devido às condições fitossanitárias das folhas juntamente com a alta demanda do dreno (BLUM, 1998). Souza, et al (2013), concluíram que a manutenção da folha bandeira e duas abaixo desta, durante o ciclo da cultura, não diferiu em produtividade em comparação a plantas sem desfolha, indicando a importância do armazenamento e remobilização de fotoassimilados para o enchimento de grãos em plantas de trigo. Fioreze (2011), concluiu que o acúmulo de fotoassimilados em pré antese de plantas de trigo terá um maior efeito na produtividade, quando comparado com o acúmulo de fotoassimilados em pós antese.

O acúmulo de fotoassimilados até a fase de pré antese também irá influenciar em um maior número de flores férteis e consequentemente um maior número de grãos (RODRIGUES, 2000). A característica de remobilização de fotossimilados não está presente em todas as plantas da família poaceae, como por exemplo, na cultura do milho Magalhães e Jones (1990), concluíram em seu trabalho que um maior acúmulo de fotoassimilados no colmo não foi sempre revertida em maior acúmulo de carboidratos no grão, assim como Magalhães; Durães e Oliveira (1998), concluíram não haver uma relação positiva entre peso de espiga e peso do internódio de plantas de milho, reforçando a ideia de que a remobilização de fotoassimilados do caule para os grãos é baixa. Alvim, et al (2011) demonstraram em seu estudo, com desfolha total em plantas de milho, a existência da remobilização de fotoassimilados do caule para os grãos, porém em baixa atividade, não sendo capaz de gerar produtividades desejáveis.

A remobilização de fotoassimilados entre colmo principal e espigas é uma característica marcante da cultura do trigo (BORRÁS; SLAFER; OTEGUI, 2004). Além disso, sabe-se também que há translocação de fotoassimilados entre o colmo principal e os perfilhos na fase inicial de crescimento da cultura, contudo, ainda não está claro se perfilhos tardios podem atuar como drenos transitórios, sendo um tecido de reserva para o enchimento de grãos do colmo principal e perfilhos precoces (FIOREZE; RODRIGUES, 2012, SANGOI et al., 2012). Além disso, sabe-se que vegetais podem modificar suas rotas de translocação de fotoassimilados em condição de estresse (TAIZ et al., 2017), entretanto, em condições de estresse hídrico, ou não, de plantas de trigo, Michelon (2017) não encontrou remobilização de fotoassimilados de perfilhos tardios para perfilhos principais.

Em trigo, Doodson; Manners e Myers (1964), encontraram uma mudança no destino de fotoassimilados durante o desenvolvimento da cultura, onde no início os

fotoassimilados eram destinados para a expansão da folha emergente, porém com o alongamento do colmo, esses fotoassimilados eram destinados mais para a raiz. A ligação vascular apresenta influência na partição de produtos da fotossíntese.

A translocação de fotoassimilados é influenciada pela proximidade da fonte e dreno; o estágio de desenvolvimento do vegetal; capacidade de modificação das rotas de translocação e principalmente a existência de conexões vasculares entre a fonte e o dreno (TAIZ et al., 2017). Em trigo, os perfilhos são totalmente dependentes dos fotoassimilados do colmo principal em seu crescimento inicial, tornando-se independentes após a emissão da sua terceira folha totalmente expandida, permitindo concluir que há conexão vascular entre essas estruturas (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2000) em outros cereais de estação fria, como o *Lolium perenne*, onde esta conexão também é existente (DANCKWERTS; GORDON, 1989). A presença de conexão vascular entre colmos de uma mesma planta, em estádios tardios, contudo, ainda não é bem caracterizada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi composto pela condução de dois experimentos, no período entre 2016 e 2018. Os dois experimentos foram conduzidos em cultivo protegido, na área didática da Universidade Federal de Santa Catarina, no Centro de Ciências Rurais – Campus Curitibanos. A área experimental localiza-se nas coordenadas geográficas 27°17'12.2" S, 50°31'96.6"O, em uma altitude média de 1010 m. O município de Curitibanos é classificado, segundo Koppen, como uma região de clima tipo Cfb – clima temperado, com verão ameno (CLIMATE-DATA, 2018).

3.1 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE CLETHODIM DE PERFILHOS PRIMÁRIOS PARA SECUNDÁRIOS

O experimento foi conduzido no período entre junho e novembro de 2016, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por duas cultivares de trigo, sendo a BRS Guamirim, alto potencial de perfilhamento, ciclo superprecoce (125 dias) e porte baixo (78 cm), e BRS Parrudo, baixo potencial de perfilhamento, ciclo precoce (135 dias) e porte médio (85 cm). O segundo fator foi composto pela aplicação do herbicida Clethodim nos colmos primários da cultura: (i) testemunha, sem aplicação, aplicação no (ii) colmo principal, (iii) perfilho A₁ e (iv) perfilho A₂. Cada unidade experimental foi composta por um vaso de polietileno com volume de 3,6 L preenchido com solo corrigido e adubado, cultivado com uma planta de trigo.

O herbicida utilizado no experimento foi o Clethodim, produto comercial Select[®], possuindo potencial de translocação via floema, que apresenta a inibição da ACCase como seu mecanismo de ação e age na inibição da síntese de lipídios de membrana celular, provocando extravasamento do conteúdo celular (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTINI; INUOE, 2011). A aplicação foi realizada no estágio 10.5 da escala de Feeks e Large (LARGE, 1954), de forma manual e uniforme, com o auxílio de um pincel tigre ref. 181 número 10, nas três últimas folhas emitidas (folha bandeira e duas abaixo), utilizando uma dose sub letal de 150 mL. ha⁻¹ de produto comercial, com o intuito de apenas observar a translocação do produto sem provocar a morte das plantas. A aplicação foi realizada de acordo com o estágio fenológico das cultivares, sendo 78 dias após a

emergência (DAE) na cultivar BRS Guamirim e 93 DAE na cultivar BRS Parrudo. Com o intuito de se buscar padronização experimental no momento da aplicação, os perfilhos foram identificados com barbantes coloridos, logo após a emissão, utilizando-se a classificação proposta por Masle (1985).

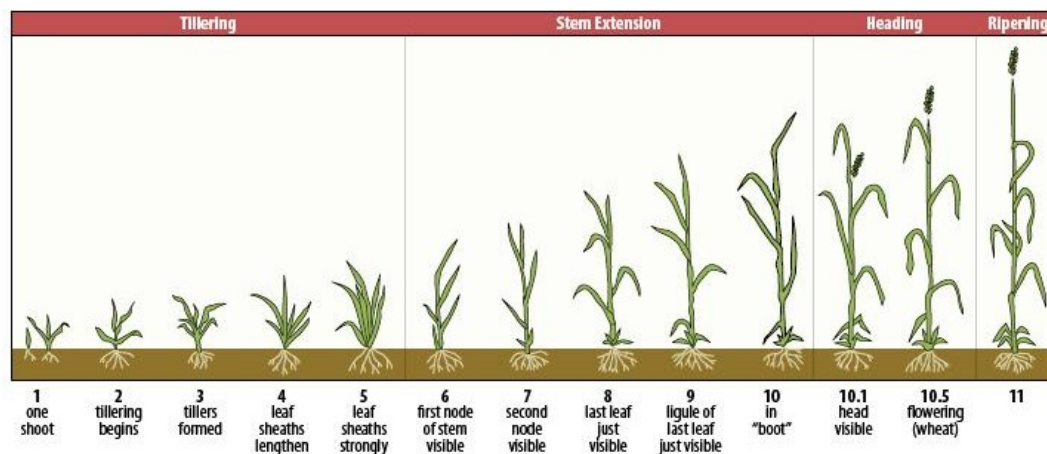


Figura 1. Estádios fenológicos da escala de Feeks e Large (LARGE, 1954).

O solo utilizado pertence ao horizonte A de Cambissolo Háplico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Antes de ser acondicionados nos vasos, o solo foi devidamente peneirado. Foram utilizados $1,51 \text{ g dm}^{-3}$ de calcário para a correção. A adubação de base foi realizada com cloreto de potássio (60% K_2O) e superfosfato triplo (42% P_2O_5), na dose de com $0,19 \text{ g dm}^{-3}$ e $2,16 \text{ g dm}^{-3}$ respectivamente. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada na forma de uréia (45% de N) dissolvida em água, na dose de 25 mg N dm^{-3} . Foram realizadas seis aplicações entre a emergência e o período de antese das plantas de trigo, respeitando intervalos de 15 dias, totalizando 150 mg N dm^{-3} .

A semeadura foi realizada de forma manual. Foram semeadas três sementes em cada vaso, devidamente tratadas com produto comercial à base de fipronil, piraclostrobina e metil tiofanato (Standak Top[®]). Com o objetivo de se manter uma planta uniforme em cada vaso, realizou-se o desbaste quando as plantas estavam em estágio de duas folhas verdadeiras. Logo após o desbaste, buscando preservar a estrutura do solo no momento da rega e auxiliar no controle de plantas daninhas, foi realizada a cobertura da superfície do solo com restos culturais de *Urochloa* spp. triturados.

Durante o ciclo da cultura, manteve-se a umidade do solo próximo a capacidade de campo através de regas manuais. O manejo de plantas daninhas foi realizado de forma manual, de acordo com a necessidade. O controle de pragas e doenças foi realizado de

acordo com a necessidade da cultura, respeitando as boas práticas agrícolas e experimentais, sendo realizada a aplicação do inseticida Connect[®] e do fungicida Fox[®], nas doses de 5 mL L⁻¹ e 3,33 mL L⁻¹, respectivamente.

Ao final do ciclo das duas cultivares, aos 143 DAE, foram avaliados o número de espiguetas por espiga, comprimento da ráquis, número de grãos por espiga e a massa de grãos, em cada um dos perfilhos das plantas, possibilitando a comparação de componentes do rendimento em colmos que receberam e aqueles que não receberam a aplicação do herbicida.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando detectadas variações significativas as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

3.2 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE GLYPHOSATE DE PERFILHOS TARDIOS PARA PRIMÁRIOS

O experimento foi conduzido no período entre junho e outubro de 2018, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por duas cultivares de trigo, sendo a BRS Guamirim, alto potencial de perfilhamento, ciclo superprecoce (125 dias) e porte baixo (78 cm), e BRS Parrudo, baixo potencial de perfilhamento, ciclo precoce (135 dias) e porte médio (85 cm). O segundo fator foi composto pela aplicação do herbicida Glyphosate nos colmos tardios da cultura: (i) testemunha, sem aplicação; aplicação em (ii) todos os perfilhos tardios no estágio 6 da escala de Feeks; Large (1954); (iii) todos os perfilhos tardios no estágio 10.5 da escala de Feeks; (iv) nos dois últimos perfilhos emitidos, de plantas no estágio 10.5 da respectiva escala. Cada unidade experimental foi composta por um vaso de polietileno com volume de 3,6 L preenchido com solo corrigido e adubado, cultivado com uma planta de trigo.

O herbicida utilizado no experimento foi o Crucial[®] (Glifosato, 540 g L⁻¹), pertencente ao grupo dos inibidores da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSP's), que possui potencial de translocação via floema. A aplicação foi realizada nos estádios 6 e 10 da escala de Feeks e Large (LARGE, 1954), de forma manual e uniforme, com o auxílio de um pincel tigre ref. 181 número 10, em todas as folhas das plantas, utilizando a dose de 990 g. ha⁻¹ de produto comercial, com o intuito de provocar a morte dos perfilhos afetados. A aplicação foi realizada de acordo com o estágio fenológico das cultivares, sendo na cultivar BRS Guamirim aos 45 dias após a emergência (DAE) no tratamento (ii) e 91 DAE nos tratamentos (iii) e (iv); Já para a cultivar BRS Parrudo as aplicações foram realizadas aos 56 DAE no tratamento (ii) e aos 101 DAE nos tratamentos (iii) e (iv). Com o intuito de se buscar padronização experimental no momento da aplicação, quatro perfilhos principais foram identificados com barbantes coloridos, logo após a emissão, utilizando-se a classificação proposta por Masle (1985), sendo eles: colmo principal (CP); perfilho A₀; perfilho A₁; perfilho A₂ e perfilho A₃ (na ausência de A₀). Os demais perfilhos foram considerados tardios.

O solo utilizado pertence ao horizonte A de Cambissolo Háplico de textura argilosa (EMBRAPA, 2018). Antes de ser acondicionados nos vasos, o solo foi devidamente peneirado. Foram utilizados 1,72 g dm⁻³ de calcário para a correção. A adubação de base foi realizada com cloreto de potássio (60% K₂O) e superfosfato triplo

(42% P_2O_5), na dose de com $0,27 \text{ g dm}^{-3}$ e $2,20 \text{ g dm}^{-3}$ respectivamente. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada na forma de uréia (45% de N) dissolvida em água, na dose de 25 mg N dm^{-3} . Foram realizadas seis aplicações entre a emergência e o período de antese das plantas de trigo, respeitando intervalos de 15 dias, totalizando 150 mg N dm^{-3} .

A semeadura foi realizada de forma manual. Foram semeadas cinco sementes em cada vaso, devidamente tratadas com produto comercial à base de fipronil, piraclostrobina e metil tiofanato (Standak Top®). Com o objetivo de se manter uma planta uniforme em cada vaso, realizou-se o desbaste quando as plantas estavam em estágio de duas folhas verdadeiras emitidas. Logo após o desbaste, buscando preservar a estrutura do solo no momento da rega e auxiliar no controle de plantas daninhas, foi realizada a cobertura da superfície do solo com restos culturais de *Avena strigosa* triturados.

Durante o ciclo da cultura, manteve-se a umidade do solo próximo a capacidade de campo através de regas manuais. O manejo de plantas daninhas foi realizado de forma manual, de acordo com a necessidade. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, respeitando as boas práticas agrícolas e experimentais, sendo realizada a aplicação do inseticida Connect® (Beta-ciflutrina e Imidacloprido) e do fungicida Fox® (Trifloxistrobina e prothioconazole) nas doses de 5 mL L^{-1} e $3,33 \text{ mL L}^{-1}$ de produto comercial respectivamente.

Após a aplicação do herbicida foram realizadas avaliações de trocas gasosas das plantas, em intervalos de dois dias, até os valores de assimilação líquida de carbono (A) se aproximarem de zero nas porções da planta afetadas pelo herbicida. A determinação da assimilação líquida de carbono (A) foi realizada utilizando o aparelho, modelo Li-6400 xt, entre 9:00 e 11:00 horas da manhã. As medidas foram tomadas em diferentes folhas de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas, sendo na última folha totalmente expandida (colar visível) de cada perfilho e na folha bandeira, A A foi determinada em cinco perfilhos por planta, sendo os quatro principais marcados (não tratados com herbicida) e um perfilho considerado tardio (tratado com herbicida) nos tratamentos (i), (ii) e (iii). Já no tratamento (iv) apenas a A do colmo principal foi determinada, devido este ser o perfilho que tem como principal destino os fotoassimilados produzidos pela planta.

Foram realizadas médias dos dados e estas foram comparadas através da barra de erros utilizando o programa Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE CLETHODIM DE PERFILHOS PRIMÁRIOS PARA SECUNDÁRIOS

Pode-se observar que houve diferença estatística entre as cultivares estudadas para todos os componentes avaliados (Tabela 1). Quanto aos tratamentos estudados, apenas o comprimento da ráquis (Tabela 1 e Figura 3a) não foi afetado. Este efeito não significativo é justificado por conta do estágio de desenvolvimento que as plantas se encontravam no momento da aplicação do herbicida, visto que neste estágio, este parâmetro já havia sido definido.

Com base nestes resultados, pode-se inferir que plantas no estágio 10 de desenvolvimento não tem seus fotoassimilados destinados para o crescimento de ráquis, sendo estes destinados exclusivamente para as espigas para o enchimento de grãos, em perfilhos principais. O resultado obtido reforça a ideia de Blum (1998) que plantas de trigo, em antese, exercem uma força de dreno através das espigas, tendo como consequência a remobilização de fotoassimilados diretamente para o enchimento de grãos. Além disso, Souza, et al. (2013) concluíram haver remobilização de fotoassimilados para o enchimento de grãos em plantas de trigo sob desfolha e Fioreze (2011) ressaltou a importância do acúmulo de fotoassimilados até a pré antese para o enchimento dos grãos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância ANAVA (Valores de probabilidade do teste F) de espiguetas férteis por espiga e grãos por espiga, comprimento de ráquis e massa de grãos por espiga de perfilhos de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.

	Espiguetas férteis espiga ⁻¹			Grãos espiga ⁻¹		
	CP	A1	A2	CP	A1	A2
Cultivar (C)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tratamento (T)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C x T	0,47	0,19	0,79	0,94	0,6	0,85
CV (%)	30,76	24,3	31,98	27,69	25,68	34,42
	Comprimento da ráquis (cm)			Massa de grãos espiga ⁻¹ (g)		
	CP	A1	A2	CP	A1	A2
Cultivar (C)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tratamento (T)	0,43	0,39	0,37	0,00	0,00	0,00
C x T	0,08	0,07	0,30	0,33	0,66	0,88
CV (%)	6,06	6,73	5,71	18,22	20,47	34,03

CP: colmo principal; A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido. CV: Coeficiente de variação

Entre as cultivares estudadas, a BRS Parrudo destacou-se para os componentes de produção avaliados (Figura 1), sendo superior para todos, exceto o número de perfilhos por planta (Figura 2), onde a BRS Guamirim foi superior. Este comportamento é justificado por BRS Guamirim possuir um alto perfilhamento e consequentemente um maior número de espigas por planta em comparação a BRS Parrudo, portanto, sendo menos dependente do rendimento individual de espigas. Fica evidente que em cultivares de baixo perfilhamento, como a BRS Parrudo, a maior dependência do rendimento individual de espigas para a produção. Isso pode ser comprovado através do comprimento da ráquis (Figura 1a), em que a cultivar BRS Parrudo apresentou maior valor para este componente, ou seja, a cultivar BRS Parrudo apresentou menor quantidade de espigas produzidas, porém com maior tamanho individual de espigas.

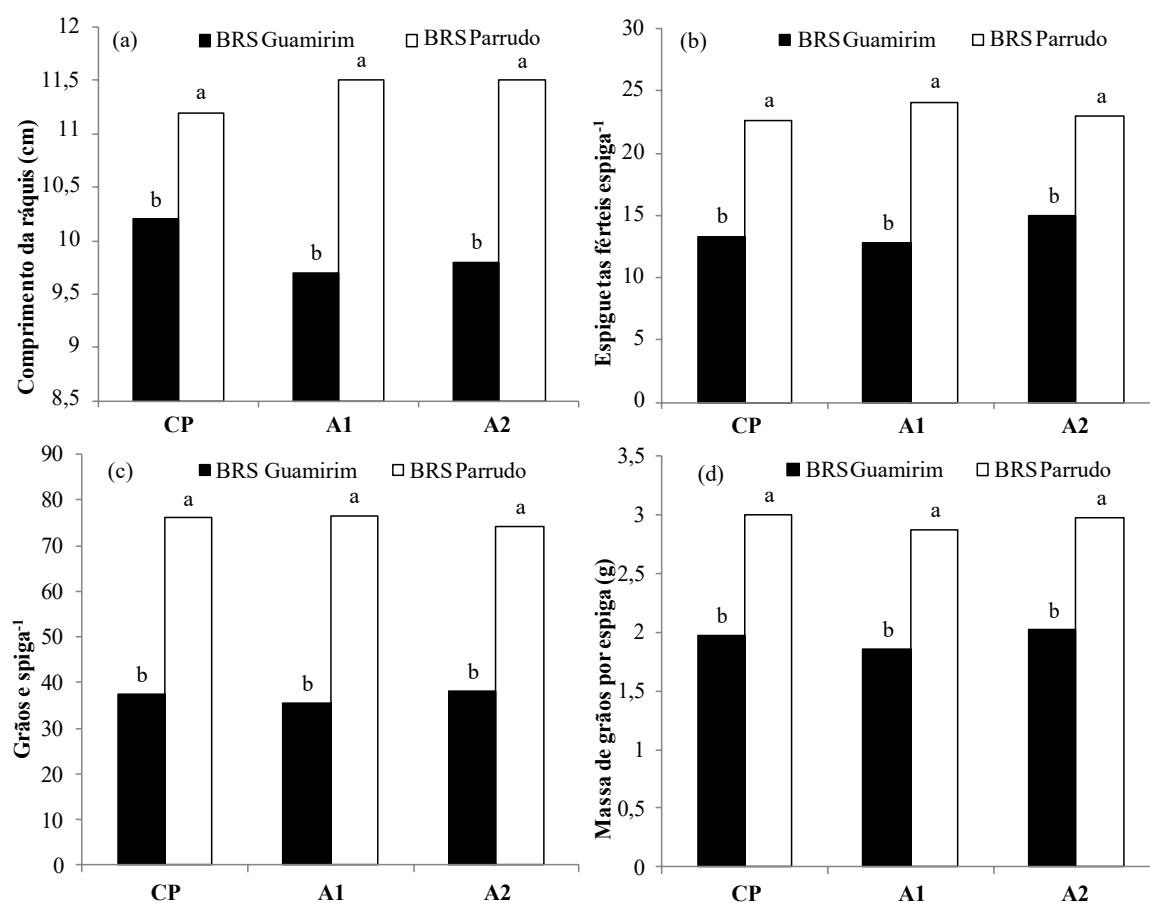


Figura 2. Comprimento da ráquis, número de espiguetas férteis por espiga, grãos por espiga e massa de grãos por espiga de perfilhos de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.

CP: colmo principal; A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

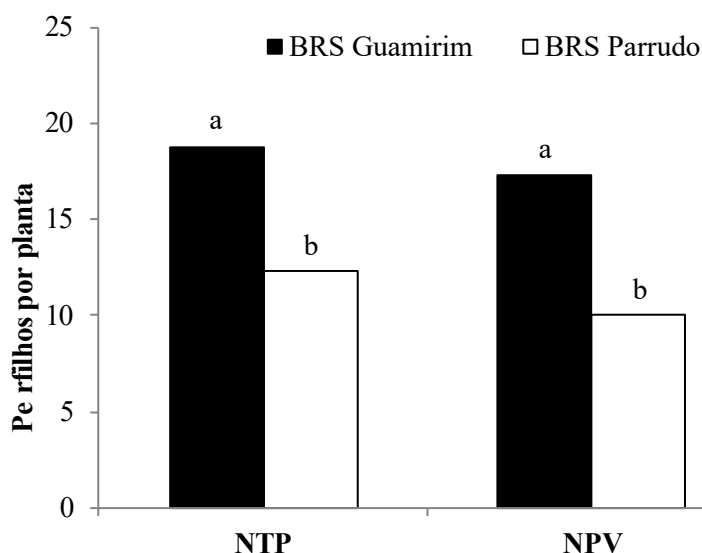


Figura 3. Número de perfilhos por planta de duas cultivares de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.

NTP: Número total de perfilhos; NPV: Número de perfilhos viáveis. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O maior perfilhamento da cultivar BRS Guamirim confere a este material uma maior plasticidade quanto aos seus componentes de produção, permitindo ser equivalente ou mesmo superior à cultivares de menor perfilhamento, como a BRS Parrudo. Vacari (2016) e Michelon (2017) obtiveram resultados semelhantes em seus estudos com as cultivares BRS Guamirim e BRS Parrudo, para cultivo em ambiente protegido, visto que em condições de campo a dinâmica de perfilhamento é bastante variável. Por conta disso, para o cultivo em campo Valério (2008) ressalta a importância do número de espigas por metro quadrado para a produção em trigo. Mundstock (1999) evidencia que a capacidade em preencher espaços vazios, e expressar maior número de espigas, que genótipos de alto perfilhamento possuem, também pode ser usado em situações de perda de estande.

A aplicação de Clethodim reduziu o rendimento individual de espigas de trigo apenas no colmo onde a aplicação foi realizada, afetando principalmente a fertilidade das espiguetas, com efeito direto sobre o número e a massa de grãos por espiga (Figura 3). Estes resultados permitem inferir que não houve translocação de solutos da folha bandeira de perfilhos precoces (CP, A₁ e A₂) para o restante da planta, no estágio em que a aplicação foi realizada.

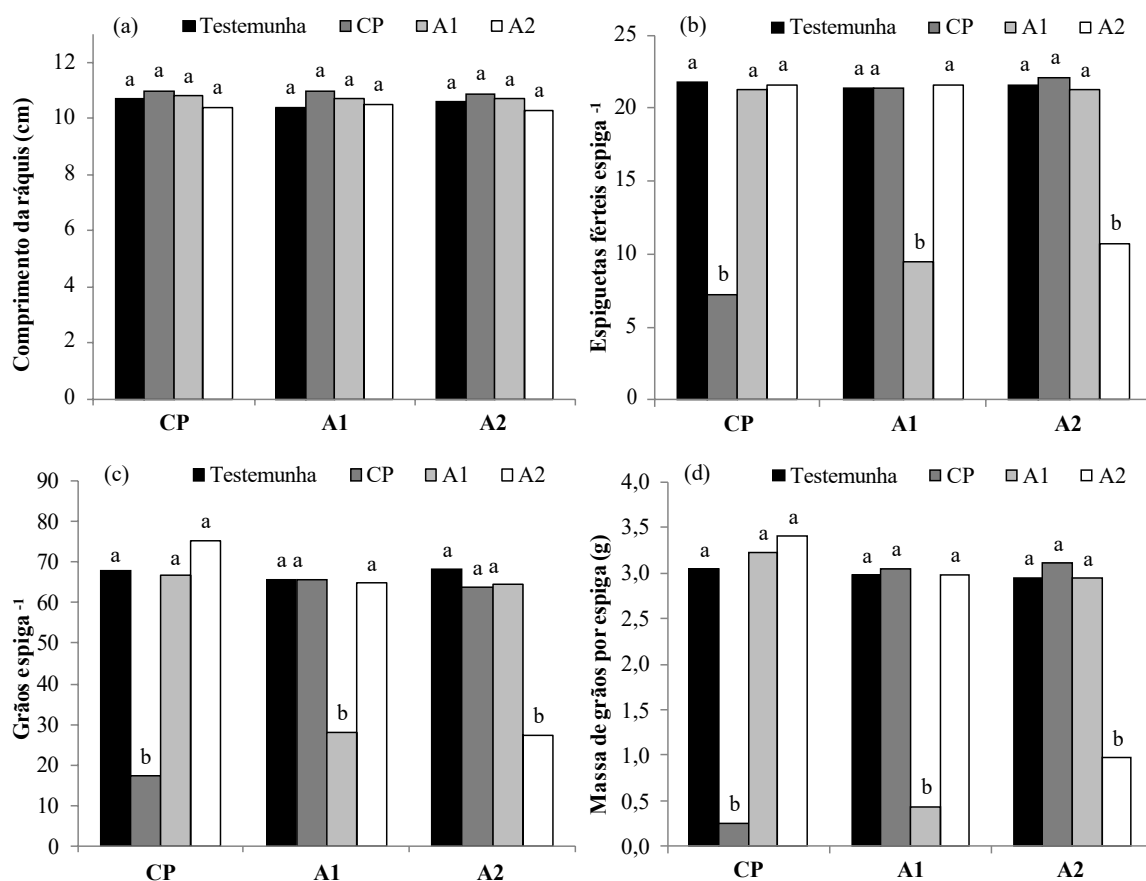


Figura 4: Comprimento da ráquis, espiguetas férteis por espiga, grãos por espiga e massa de grãos por espiga de perfilhos de plantas de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitiba (SC), 2016.

CP: colmo principal; A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os perfilhos que receberam a aplicação de herbicida diferiram estatisticamente dos que não receberam (Figura 3), sendo estes os que apresentaram os menores valores, dentre estes componentes avaliados. Os perfilhos que não receberam a aplicação de herbicida não diferiram entre si.

O fato de apenas os perfilhos que receberam a aplicação de herbicida tiveram seus componentes afetados indica que o herbicida não foi translocado para os demais perfilhos. Visto que o herbicida aplicado transloca-se via floema e está via é a mesma utilizada para a translocação de fotoassimilados, pode-se admitir que não houve translocação de fotoassimilados entre os perfilhos primários para secundários das cultivares estudadas.

A não ocorrência de translocação de fotoassimilados entre perfilhos primários e secundários pode ser justificada pela remobilização dos solutos da fotossíntese exclusivamente para a formação e enchimento dos grãos. Portanto, perfilhos primários

possuem suas reservas individuais de fotoassimilados para serem destinados somente as suas respectivas espigas, não sendo remobilizadas para os demais perfilhos da planta. Isso reforça a ideia dos estudos de Blum (1998); Fioreze (2011); e Souza et al. (2013) de que plantas de trigo armazenam reservas até a fase de antese para serem remobilizadas para os grãos após esta respectiva fase.

Deve-se ressaltar também a força de dreno que espigas apresentam nesta fase de desenvolvimento da cultura para justificar a não translocação entre perfilhos primários para secundários. Madani et al. (2010) concluíram em seu estudo a redução da matéria seca do colmo e de produtividade, em plantas de trigo, após a restrição hídrica e de nitrogênio, devido a mobilização de fotoassimilados para as espigas e as taxas mais altas de enchimento e translocação de assimilados na fase de antese. Neste sentido, a espiga de um determinado colmo pode ser caracterizada como um dreno mais forte em relação a outros colmos da planta.

O resultado obtido indica a capacidade que plantas de trigo possuem em modificar suas rotas de translocação de fotoassimilados (TAIZ et al., 2017). Plantas de trigo em fases iniciais de desenvolvimento apresentam translocação de fotoassimilados entre o colmo principal e perfilhos para a emissão de perfilhos e suas respectivas folhas (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2000). Entretanto, a dinâmica de mobilização de assimilados de perfilhos tardios para primários não foi estudada nesta etapa do trabalho, sendo esta estudada no segundo experimento.

4.2 POTENCIAL DE TRANSLOCAÇÃO DE GLYPHOSATE DE PERFILHOS TARDIOS PARA PRIMÁRIOS

As figuras 4 e 5 mostram que houve redução na assimilação líquida de carbono (A) de perfilhos primários de plantas de trigo, onde foi realizada a aplicação de glyphosate em perfilhos tardios, independentemente do estágio de desenvolvimento que as plantas se encontravam e da cultivar testada. Este resultado indica que houve a translocação do herbicida de perfilhos tardios para perfilhos primários. Houve variação na A de plantas que não receberam a aplicação de glyphosate durante os dias avaliados, isso é justificado devido as condições climáticas existentes no momento da avaliação, como por exemplo o nível de luminosidade. Kluge; Tezotto-Uliana e Da Silva (2014) citam que vários fatores podem interferir na assimilação líquida de carbono, como os teores de gás carbônico e oxigênio, disponibilidade hídrica e luminosidade.

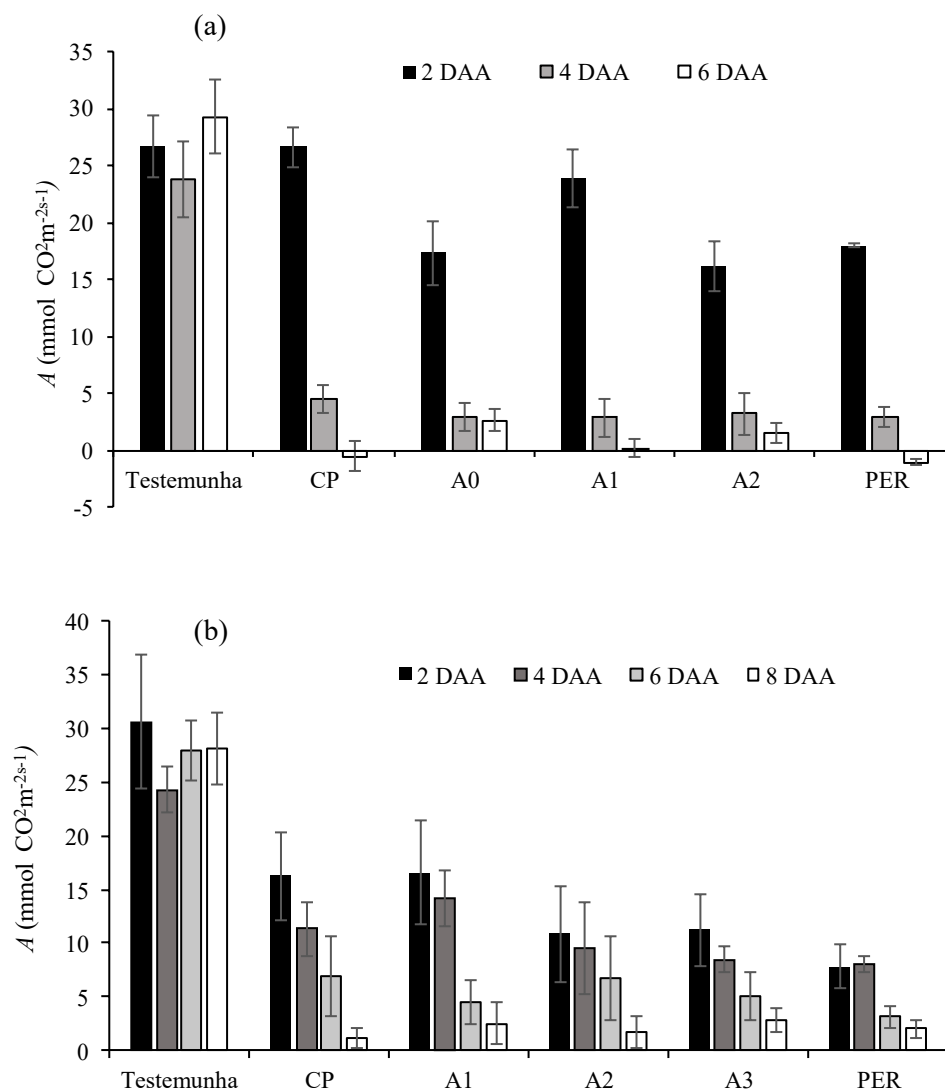


Figura 5. Assimilação líquida de carbono ($\text{CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (A) de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim (a) e BRS Parrudo (b) no estágio de 6 da escala de Feeks e Large (1954), em função da aplicação de Glyphosate. Curitibaanos (SC) 2018. CP: colmo principal - tratamento (ii); A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido; A3: terceiro perfilho emitido; PER: Perfilho tardio; e DAA: Dias após a aplicação. As barras verticais representam o desvio padrão da média.

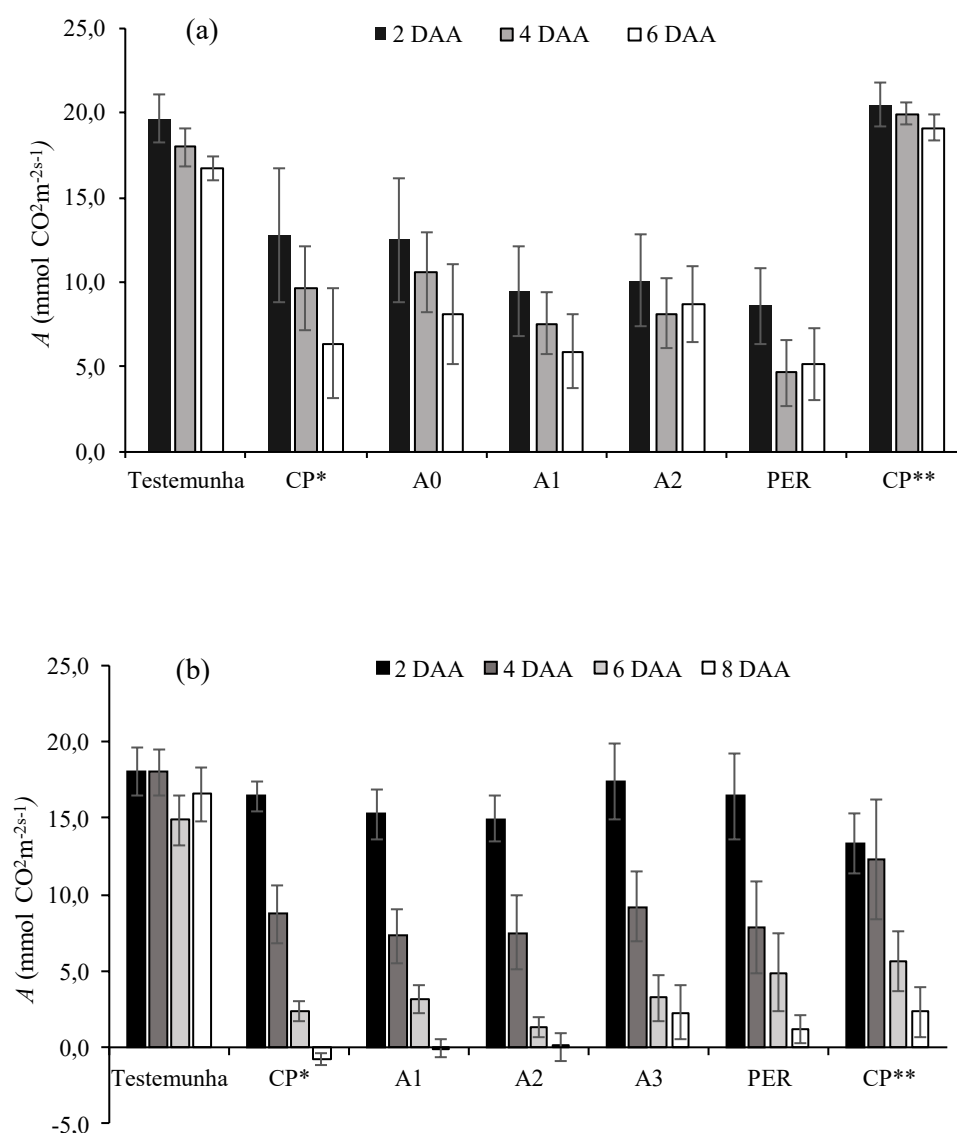


Figura 6. Assimilação líquida de carbono ($\text{CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) (A) de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim (a) e BRS Parrudo (b) no estágio de 10 da escala de Feeks e Large (1954), em função da aplicação de Glyphosate. Curitiba (SC) 2018. CP*: colmo principal - tratamento (iii); A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido; A3: terceiro perfilho emitido; PER: Perfilho tardio; CP**: Colmo principal - tratamento (iv); e DAA: Dias após a aplicação. As barras verticais representam o desvio padrão da média.

Mesmo não atuando diretamente no processo de fotossíntese, o glyphosate reduziu a fotossíntese das plantas. Segundo Oliveira Jr.; Constantini e Inoue (2011), o glyphosate é translocado via floema juntamente com os fotoassimilados, onde irá inibir a enzima 5-enolpiruvilshiquimato 3-fosfato sintase (EPSPs), provocando um acúmulo de shiquimato na célula, além de impedir a síntese de triptofano, fenilalanina e tirosina essenciais para o desenvolvimento e crescimento celular. A redução da assimilação líquida de carbono provocada pela aplicação de glyphosate se dá pelo acúmulo de

shiquimato no vacúolo. Este representa um forte dreno de carbono, que seria destinado ao ciclo de calvin, afetando desta forma o processo fotossintético das plantas (KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000).

No estágio 6 de desenvolvimento (Figura 4), a cultivar BRS Guamirim (Figura 4a) apresentou uma redução mais intensa da A quando comparada a cultivar BRS Parrudo (Figura 4b), visto que 6 dias após a aplicação (DAA) a A encontrava-se praticamente zerada nos perfilhos avaliados, ao contrário da cultivar BRS Parrudo, onde o mesmo efeito foi observado aos 8 DAA. Esse efeito pode ser explicado devido ao potencial de perfilhamento das cultivares, juntamente com a ligação vascular existente entre os perfilhos, indicando que plantas com maior potencial de perfilhamento possuem uma maior ligação vascular entre perfilhos, possibilitando que a remobilização de solutos ocorra de forma mais rápida, em comparação a plantas com menor potencial de perfilhamento. Este padrão de vascularização, no entanto, ainda precisa ser melhor estudado.

Quando as plantas se encontravam no estágio de enchimento de grãos, a redução da A em plantas tratadas com o herbicida foi maior para a cultivar BRS Parrudo (Figura 5b), tanto para o tratamento onde a aplicação foi realizada em todos os perfilhos tardios (iii) como para o tratamento em que a aplicação foi realizada apenas nos dois últimos perfilhos tardios emitidos (iv), em comparação a cultivar BRS Guamirim (Figura 5a), quando considerado o mesmo tempo (6 DAA) para ambas as cultivares.

O colmo principal do tratamento onde se realizou a aplicação de herbicida nos dois últimos perfilhos tardios emitidos, na cultivar BRS Guamirim (Figura 5a), não teve sua A afetada pela aplicação do herbicida, se mostrando equivalente ao tratamento que não recebeu a aplicação do herbicida. Por outro lado, para a cultivar BRS Parrudo (Figura 5b), o mesmo colmo sofreu redução da A atingindo valores próximos a zero aos 8 DAA.

Vale ressaltar a existência de desuniformidade na emissão de perfilhos na cultivar BRS Guamirim, vindo a justificar a não redução da A do colmo principal (CP**) para esta cultivar. Pois os perfilhos tardios que receberam a aplicação de herbicida no tratamento (iv) da cultivar BRS Guamirim, encontravam-se menos desenvolvidos em comparação à BRS Parrudo, indicando que estes são considerados drenos. Este resultado reforça a ideia de Alves; Mundstock e Medeiros (2000) que afirmam que perfilhos recebem fotoassimilados do colmo principal em seu crescimento inicial.

Para a cultivar BRS Parrudo, a redução da A no tratamento (iv) pode ser

justificada pela uniformidade existente na emissão dos perfilhos, visto que no momento da aplicação do herbicida, neste tratamento, os dois últimos perfilhos emitidos tardiamente encontravam-se com a espiga totalmente emitida. Atrelado a isso, a maior força de dreno existente dos perfilhos primários em relação aos secundários, juntamente com a capacidade de perfilhos tardios serem drenos transitórios para perfilhos primários, pode justificar a remobilização do herbicida e consequente redução da *A* deste colmo principal.

A força de dreno parece desempenhar um importante papel quanto ao destino dos fotoassimilados em plantas de trigo, visto que no primeiro experimento, com a aplicação de herbicida em perfilhos primários, não houve efeito para os demais perfilhos da planta. Entretanto, a aplicação de herbicida em perfilhos tardios apresentou efeito sobre os perfilhos primários, indicando que houve translocação do herbicida e consequentemente a translocação de solutos.

Os resultados obtidos a partir dos dois experimentos realizados demonstram que o destino de translocação de solutos, em plantas de trigo, é influenciado diretamente pela força de dreno proporcionada por colmos precoces. Além disso, através da metodologia adotada, pode-se considerar que há presença de fotoassimilados de perfilhos secundários para perfilhos primários, em situações de perfilhamento uniforme. Vale ressaltar que os estudos foram desenvolvidos em condições ideais de cultivo, proporcionando boas condições para emergência e sobrevivência de perfilhos, característica oposta a encontrada à campo, podendo apresentar influência sobre o presente resultado. Este resultado contradiz o obtido por Michelon (2017), onde o autor conclui que os fotoassimilados de perfilhos secundários não são translocados para perfilhos primários, em situações de estresse hídrico.

Por fim, trabalhos semelhantes a este devem ser desenvolvidos, adotando novas metodologias, como por exemplo o uso de marcadores ou análises anatômicas, para se obter o real conhecimento sobre a translocação de solutos entre perfilhos de plantas de trigo com perfilhamento desuniforme e a existência de ligação vascular, via floema, entre estes.

5 CONCLUSÕES

O herbicida clethodim não é translocado de perfilhos primários para secundários em plantas de trigo no estágio de enchimento de grãos;

O herbicida glyphosate é translocado de todos os perfilhos secundários para primários em plantas de trigo no estágio de início do alongamento e em enchimento de grãos;

No estágio de enchimento de grãos, o herbicida glyphosate não é translocado de perfilhos secundários para primários em plantas de trigo com perfilhamento desuniforme (BRS Guamirim).

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J. C.; RIBEIRO, W. Q.; SILVA, M. S. Cultivares de trigo para o cerrado. In: FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. dos S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 61-68. 2007.

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: FARIAS, A. R. N.; et al. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. **EMBRAPA Mandioca e fruticultura tropical**. Cruz das Almas – BA, 2006. 817p.

ALVES, A. C. **Mecanismos de controle do desenvolvimento de afilhos em cereais de estação fria**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1998.

ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Iniciação e emergência de afilhos em cereais de estação fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.39-45, jan-fev, 2005.

ALVES, A.C.; MUNDSTOCK, C.M.; MEDEIROS, J.D. Sistema vascular e controle do desenvolvimento de perfilhos em cereais de estação fria. **Revista Brasileira de Botânica**. V.23 p.59-67. 2000.

ALVIM, K. R. T. et al. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.4, p. 413-418. 2011.

BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Euphytica**, Wageningen, v. 100, n. 1, p. 77-83, 1998.

BORRÁS, L.; SLAFER, G. A.; OTEGUI, M. E. Seed dry response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. **Field Crops Research**, n. 86, p. 131-146, 2004.

BRANCO, J. S. C. **Aspectos morfológicos e moleculares associados ao caráter tolerância ao encharcamento em trigo**. Tese (Doutorado em fitomelhoramento) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2008.

CASTRO, P. R. C.; KLUNGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 128 p.

CLIMATE-DATA. Dados Climáticos para cidades mundiais. Oedheim:
CLIMATEDATA. Disponível em: < <http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 25 de setembro de 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Grãos**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>. Acesso em 30 set. 2017.

DANCKWERTS, J. E.; GORDON, A. J. Long-term partitioning, storage and remobilization of ^{14}C assimilated by *Trifolium repens* (cv. Blanca). **Annals of botany**, v. 64, p. 533-544, 1989.

DA SILVA, F. M. **Desempenho de genótipos de trigo em condições edafoclimáticas distintas do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas – SP, 2011.

DOODSON, J. K.; MANNERS, J. G.; MYERS, A. The Distribution pattern of carbono assimilated by the third leaf of wheat. **Journal of experimental botany**. v.15, n.43, p.96-103, 1964.

DOS ANJOS, A. H. **Evolução da triticultura no brasil: desafios e oportunidades**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>>. Acesso em: 22 set. 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Informações técnicas para trigo e tritica - safra 2016**. Passo Fundo – RS, ed. 9, p. 230, jul, 2016.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Production quantities by country**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em 28 ago 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIOREZE, S. L. **Comportamento produtivo do trigo em função da densidade de semeadura e da aplicação de reguladores vegetais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp - Campus de Botucatu, Botucatu - SP, 2011.

FIOREZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 39-54, 2014.

FIOREZE, S.L.; RODRIGUES, J.D. Perfilamento do trigo em função da aplicação de regulador vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife - PE, v. 7, p. 750-755, 2012.

GUO, Z.; SCHNURBUSCH, T. Variation of floret fertility in hexaploid wheat revealed by tiller removal. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 19, p. 5945-5958, 2015.

JESUS JÚNIOR, C.; SIDONIO, L.; MORAES, V. E. G. Panorama das importações de trigo no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 389-420, 2011.

JOSHI, A. K. et al. Staygreentrait: variation, inheritance and its association with spot blotch resistance in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). **Euphytica**, v. 153, p. 59-71, 2007.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Revista virtual de química**. v. 7, n. 1, p. 56-73, 2014.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals illustration of the Feeks scales. **Plant Pathol.** v. 4, n. p. 22-4. 1954.

LOPEZ, A. M. et al. **Botânica no inverno**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012. 202 p.

MADANI, A.; RAD, A. S.; PAZOKI, A.; NOURMOHAMMADI, G.; ZARGHAMI, R. Wheat (*Triticum aestivum* L.) grain filling and dry matter partitioning responses to source:sink modifications under postanthesis water and nitrogen deficiency. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 145-151, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA, A. C. Efeito do quebramento do colmo no rendimento de grãos de milho. **Ciênc. e agrotec.**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 279-289, 1998.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Fisiologia da planta de sorgo. **Comunicado técnico: EMBRAPA**. Sete Lagoas, MG. 2003.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio no milho. **Pesq. agropec. Bras.**, Brasília, v. 25, n. 12. p. 1755-1761, 1990.

MARTIN, G. C. Apical dominance. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 824-833, 1987.

MASLE, J. Competition among tillers in winter wheat: consequences for growth and development of the crops. In: Nato advanced research workshop on wheat growth and modeling, 1984, Bristol. **New York: Plenum**, 1985. p. 407.

MICHELON, L. H. **Participação de perfilhos tardios na produção de grãos em plantas de trigo**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, Curitibanos – SC, 2017.

MUNDSTOCK, C.M. Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo. **Evnagrafp.** 227, 1999.

OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTINI, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba – PR: Omnipax, 2011, 348p.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2002.

PIMENTEL, A. J. B. et al. Characterization of heat tolerance in wheat cultivars and effects on production components. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.2, p. 191-198, 2015.

PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical.** Seropédica: EDUR, 1998. 150 p.

RIBEIRO, G. et al. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, n.2-4, p.133-142, 2012.

RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Eds.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul.** PortoAlegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, p. 120-169, 2000.

ROSA, D. D. **Componentes do rendimento de grãos e potencial produtivo de genótipos de trigo (*triticum aestivum* L.) em diferentes épocas de cultivo.** Dissertação (Magister Scientiae) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 2017.

ROSÁRIO, J. G. et al. Produção e utilização de silagem de trigo. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.207-218, 2012.

RYLE, G. J. A.; POWELL, C.E. The utilization of recently assimilated carbon in graminaceous plants. **Annals of applied biology.** v.77, n.2, p.145-158, 1974.

SANGOI, L. et al. A remoção dos perfilhos não aumenta o rendimento de grãos do milho, independentemente da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1354-1359. 2012.

SANTOS, H.P.; MUNDSTOCK, C.M. Parâmetros da habilidade competitiva no estabelecimento de população caracterizam o potencial de produção individual em trigo e aveia. **Revista Brasil. Bot.** v.25, n. 1, p. 43-53, 2002.

SIMMONS, R. S. Growth, development, and physiology. In: HEYNE, E.G. (Ed.). **Wheat and heat improvement.** Madison: Wisconsin, p.77-113, 1987.

SOUZA, V. Q. et al. Desfolha em diferentes estádios fenológicos sobre características agrônômicas em trigo. **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1905-1911, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858 p.

TEIXEIRA, A. C. B. **Distribuição de fotoassimilados de folhas de topo e da base do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), em dois estádios de desenvolvimento**. Tese pós-graduação Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2003.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World agricultural production. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/>>. Acesso em: 28 Set. 2017.

VACARI, J. **Parâmetros produtivos de cultivares de trigo em função da temperatura no período de diferenciação de espiguetas**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, Curitibanos – SC, 2016.

VALÉRIO, I. P. **Progresso genético na seleção de genótipos de trigo com base na expressão do caráter número de afilhos**. Tese (Doutorado em Fitomelhoramento) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2008.

VALÉRIO, I. et al. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.30, p.1207-1218. 2009.

ZAGONEL, J. et al. **Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1**. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.25-29, 2002.

ZAMBOM, M. A.; et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p. 937-943, 2001.